

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ

ДЛЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ

СЕРИЯ «ТЕЛЕКОМ»



ВОЛОКОННАЯ ОПТИКА И ИЗМЕРЕНИЯ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ



Э. А. Портнов
О. В. Колесников
А. А. Сенявский
Б. П. Хромой

Оглавление

Предисловие	3
1. Волоконно-оптические линии связи	5
1.1. Природа света	5
1.2. Существующие среды передачи	8
1.3. Общие особенности ВОЛС и радиосвязи и различия между ними	12
1.4. Подводные ВОСП между континентами	16
1.5. Ограничения передачи по оптическому волокну	22
1.6. Передача сигналов по волоконно-оптическим линиям связи	25
Литература	39
Контрольные вопросы	40
2. Активные компоненты	41
2.1. Передающие устройства	41
2.2. Применение полупроводниковых лазеров	46
2.3. Характеристики оптических усилителей	48
2.4. Характеристики приемников света	54
2.5. Оптические модуляторы	57
Литература	58
Контрольные вопросы	59
3. Оптическое волокно	60
3.1. Разновидности оптических волокон	60
3.2. Многомодовое оптическое волокно	75
3.3. Одномодовое оптическое волокно	81
3.4. Оптическое волокно с кварцевой сердцевинной и кварце- вой оптической оболочкой	91
3.5. Оптические волокна для компенсации дисперсии	94
3.6. Оптическое волокно с кварцевой сердцевинной и поли- мерной кварцевой оболочкой	101
3.7. Оптическое волокно с сердцевинной и оптической обо- лочкой из многокомпонентного стекла	102
3.8. Оптическое волокно с сердцевинной и оптической обо- лочкой из полимерного материала	102
3.9. Оптическое волокно на основе фотонных кристаллов ..	105

3.10. Оптическое волокно для усилителей	112
3.11. Оптические волокна, работающие в средней и дальней инфракрасных областях	113
3.12. Новые типы оптических волокон	118
Литература	119
Контрольные вопросы	119
4. Передаточные характеристики ОВ	121
4.1. Полное внутреннее отражение	124
4.2. Числовая апертура и нормированная частота	125
4.3. Затухание в ОВ	132
4.4. Дисперсия и полоса пропускания ОВ	139
4.5. Компенсация дисперсии	193
4.6. Определение требований при выборе длины усилительного и регенерационного участков	216
Литература	218
Контрольные вопросы	218
5. Нелинейные эффекты в ОВ	219
5.1. Нелинейные эффекты	219
5.2. Нелинейность волокна	225
5.3. Рассеяние в оптоволоконных	231
5.4. Четырехволновое смешение	243
5.5. Оптические солитоны	246
Литература	255
Контрольные вопросы	255
6. Пассивные компоненты	256
6.1. Соединители оптических волокон	257
6.2. Другие типы соединителей, розетки, адаптеры	267
6.3. Неразъемные соединения	269
6.4. Соединения плавлением	271
6.5. Разветвители	273
6.6. Атенюаторы	281
6.7. Оптические коммутаторы	282
6.8. Оптические изоляторы	291
6.9. Волоконно-оптические циркуляторы	294
6.10. Оптические фильтры	295
6.11. Применение волоконно-оптических фильтров	303
6.12. Мультиплексоры	308
6.13. Волновые конверторы	309
Литература	311
Контрольные вопросы	311
7. Оптические кабели связи	312

7.1. Классификация оптических кабелей связи	312
7.2. Типы и конструкции оптических кабелей связи	324
7.3. Методы и средства измерения оптических характери- стик ВОЛС	331
Литература	341
Контрольные вопросы	341
8. Измерение параметров оптического волокна	342
8.1. Измерение затухания	342
8.2. Измерение спектральных характеристик	348
8.3. Измерение дисперсии оптического волокна	362
Литература к главе 8	388
Контрольные вопросы к главе 8	388
9. Измерение параметров ОВ с помощью рефлектометра	389
9.1. Принцип работы оптического рефлектометра	389
9.2. Рефлектограмма	392
9.3. Обнаружение разъемных соединителей и оценка потерь	394
9.4. Идентификация дефектов оптического волокна по ре- флектограмме	398
9.5. Измерение величин потерь и расстояний с использова- нием рефлектограммы	399
9.6. Технические и метрологические характеристики рефлек- тометров	401
9.7. Поверка оптического рефлектометра	408
9.8. Методы калибровки оптических рефлектометров	413
9.9. Измерения потерь в волоконных световодах при помощи бриллюэновской рефлектометрии	419
Литература к главе 9	425
Контрольные вопросы к главе 9	425
10. Измерение параметров пассивных компонентов ВОЛС	426
10.1. Измерение параметров оптических разветвителей	426
10.2. Измерение вносимых потерь элементами со шнурами или коннекторами	437
Литература к главе 10	429
Контрольные вопросы к главе 10	430
Заключение	431
Приложение	433